

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 7 月 22 日 (22.07.2004)

PCT

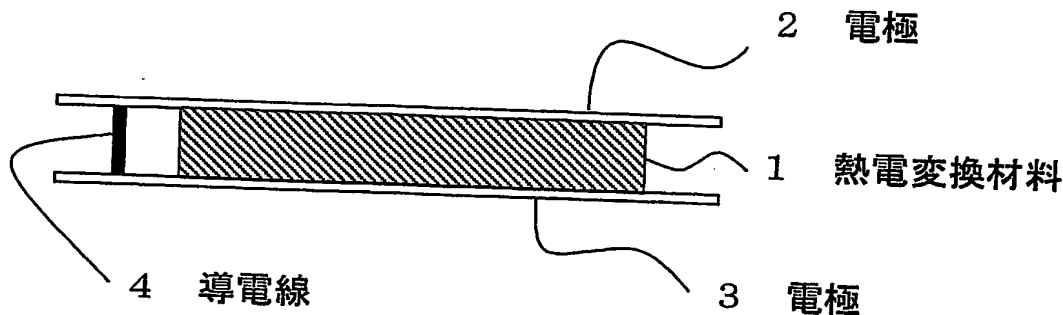
(10) 国際公開番号
WO 2004/061982 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 35/32, 35/16
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/017080
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 26 日 (26.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-379509
2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立
行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND
TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉
県 川口市 本町4-1-8 Saitama (JP). 日東電工株式会
社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒567-
0041 大阪府 茨木市 下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
(71) 出願人 および
(72) 発明者: 平井 伸治 (HIRAI, Shinji) [JP/JP]; 〒050-0082
北海道 室蘭市 寿町1-13-13 Hokkaido (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西村 聡之
(NISHIMURA, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒305-0032 茨城県
つくば市 竹園3丁目15 106棟205号室 Ibaraki (JP). 上
村 揚一郎 (UEMURA, Yoichiro) [JP/JP]; 〒300-1232
茨城県 牛久市 上柏田3-66-2 Ibaraki (JP). 森田 成
紀 (MORITA, Shigenori) [JP/JP]; 〒305-0051 茨城県
つくば市 二の宮1丁目10-1 Ibaraki (JP). 太田 道広
(OHTA, Michihiro) [JP/JP]; 〒050-0072 北海道 室蘭市
高砂町3丁目17番地1号 川辺ハイツ201号室 Hokkaido

/続葉有/

(54) Title: COOLING DEVICE FOR ELECTRONIC COMPONENT USING THERMO-ELECTRIC CONVERSION MATERIAL

(54) 発明の名称: 熱電変換材料を利用した電子部品の冷却装置



- 1...THERMOELECTRIC CONVERSION MATERIAL
2...ELECTRODE
3...ELECTRODE
4...CONDUCTOR

(57) Abstract: A cooling device for a heat-generating electronic component such as a semiconductor integrated circuit element, especially a cooling device using a thermoelectric conversion material. A cooling device for an electronic component comprising a thermoelectric conversion material that is either p type or n type, or a combination of p type and n type arranged alternately and in series, and two electrodes as an anode and a cathode that sandwich the thermoelectric conversion material and are electrically short-circuited, characterized in that the device is allowed to contact an electronic component requiring cooling so that one electrode side contacting the thermoelectric conversion material functions as a low-temperature side and the other electrode side functions as a high-temperature side, a current is generated by a thermo-electromotive force generated in the thermoelectric conversion material by a temperature difference between the two electrodes, and a high-temperature side is cooled by that current.

(57) 要約: 半導体集積回路素子等の熱発生を伴う電子部品の冷却装置、特に熱電変換材料を利用した冷却装置の提供。 p 型又は n 型のいずれか、あるいは p 型及び n 型を交互に直列に組み合わせた熱電変換材料

/続葉有/



(JP). 五十嵐 一雅 (IGARASHI, Kazumasa) [JP/JP]; 〒567-0041 大阪府 茨木市 下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 西 義之 (NISHI, Yoshiyuki); 〒235-0036 神奈川県 横浜市 磯子区中原 4-2 6-3 2-2 1 1 西 特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

を正負の電極となる両電極間に介在させ、両電極を電氣的に短絡した構造からなり、熱電変換材料に接触する一方の電極側を低い温度の側とし、他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により熱電変換材料に発生する熱起電力で電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却することを特徴とする電子部品の冷却装置。

明 細 書

1 熱電変換材料を利用した電子部品の冷却装置

技術分野

本発明は、半導体集積回路素子等の熱発生を伴う電子部品の冷却装置、特に、
5 熱電変換材料を利用した冷却装置に関する。

技術背景

例えば、パソコンのCPUは発熱によって温度が上昇するのを防ぐためにアルミ製のフィンの放熱板を貼り付けたり、場合によってはペルチェ素子に外部電源から電流を流して強制的に冷却を行ったりしている（例えば、特許文献1、2）。
10 また、熱電変換材料のゼーベック効果による起電力を利用して冷却効果を高める工夫も知られている（例えば、特許文献3、4、5、6）。

特許文献1 特開平9-139525号公報

特許文献2 特開2002-50727号公報

15 特許文献3 実公平7-15140号公報

特許文献4 特開平7-202094号（特許第2710750号）公報

特許文献5 特開2001-308395号公報

特許文献6 特開2002-151873号公報

20 発明の開示

1 (発明が解決しようとする課題)

冷却を必要とする電子部品から熱を効率よく逃がすための従来の手法としては、表面積を増やすためにフィン状にした放熱板を取り付けることが行われている。

しかし、フィンを利用した放熱板だけではその放熱の能力が不足してきている。

5 また、熱電変換材料を利用した冷却システムとしては、p型とn型の熱電変換材料を組み合わせたいわゆる π 型の構造を持つペルチェ素子に電流を流すことで、被対象物を冷却していた。

しかし、従来のペルチェ素子では、p型とn型の両方の熱電変換材料が必要で、これらを必ず一対に組み合わせて直列につないだ構造にする必要があった。その
10 ため、p型とn型の両方の材料を用意する必要があり、さらに、それらを組み合わせるため構造が複雑になり、製造コストが多大に必要であった。更に、冷却には外部から電流を流す必要があり、ランニングコストも必要であった。

ゼーベック効果による起電力を利用して冷却効果を高める工夫も知られているが、これらは外部電流の代わりに起電力を他の熱電材料に流してそのペルチェ効果
15 を利用したり、ファンモータや圧電振動子の駆動力に用いているため、それらを組み合わせる必要があるため構造が複雑になっていた。

すなわち、特許文献2～6ではn型とp型を両方用いた熱電変換素子の熱で発電した電力を外部の充電器、ファン、圧電振動素子という外部負荷に接続してそれを冷却の補助に用いている。発電を行うことで熱を奪い温度が下がると言うこと
20 とも指摘されている場合もあるが、外部負荷（抵抗）に接続すると回路全体の抵抗が上がるために流れる電流が減少する。また、外部負荷では発電した電力を消費しているため、そこで再び熱に変換される分が必ずあり、効率的とはいえない。

1 特許文献 2 では冷却のためには外部から電力を供給する必要がある。特許文献 4
～ 6 では制御回路等の電子回路が必要である。また、制御回路のための電力が必要
である。

(課題を解決するための手段)

5 本発明は、上記の課題を新しい冷却原理に基づいて解決したものであり、従来の
の電子部品の冷却装置に代替できる冷却装置又は従来の冷却装置と組み合わせて
使用できる冷却装置を提供するものである。

すなわち、本発明は、(1) 熱電変換材料を正負の電極となる両電極間に介在
させ、両電極間を電氣的に短絡した構造からなり、熱電変換材料に接触する一方
10 の電極側を低い温度の側とし、他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却
を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により、熱電変換材料に発
生する熱起電力で、電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却するこ
とを特徴とする電子部品の冷却装置、である。

また、本発明は、熱電変換材料として、p 型又は n 型のいずれか、あるいは p
15 型及び n 型を交互に直列に組み合わせて用いることを特徴とする上記 (1) の電
子部品の冷却装置、である。

また、本発明は、(3) 上記 (1) 又は (2) の冷却装置を 2 個以上重ね合わ
せた構造をもつことを特徴とする冷却システム、である。

また、本発明は、(4) 上記 (1) 又は (2) の冷却装置を一部に含むことを
20 特徴とする冷却システム、である。

本発明の冷却装置を電子部品の温度が上がる場所に取り付けておくと、対象
物の温度が上昇してくると、冷却装置の対象物に接している電極側は温度が上昇

1 するが、熱電変換材料に接触するもう一方の電極側は外気や水などの冷却媒体に触れているのでそれほど温度が上がらずに、冷却装置の両側で温度差が自然に出来上がる。その時に自然に出来た温度差によって冷却装置内に電流が流れて、冷却装置に接している温度の高いほうが冷却される。

5 (作用)

本発明の冷却装置の放熱作用を図 1 に示す一実施形態に基づいて原理的に説明する。この実施形態は、板状の熱電変換材料 1 を板状の電極 2、3 で挟んで介在させ、正負の電極となる両電極間を導電線 4 などにより電氣的に短絡した構造である。熱電変換材料 1 は、どのような材料でもよく、p 型または n 型のどちらか
1 0 一方だけ、あるいは p 型及び n 型を交互に直列に組み合わせて用いる。この板状の冷却装置の下側の電極 3 の表面を半導体素子などの冷却を必要とする熱発生機器（図示せず）に接触させる。

放熱板の図において下側の温度は冷却を必要とする熱発生機器によって温度が上昇し、その温度を T_H とする。一方、放熱板の上側の電極 2 の表面は外気や水な
1 5 どの冷却媒体に曝すようにすると、上側の温度は下側ほど上昇せず、その温度を T_L とすると、放熱板の上下の電極 2、3 間に $\Delta T = T_H - T_L$ の温度差が生じることになる。

温度差が熱電変換材料 1 の上下の電極 2 と 3 の間に存在すると、ゼーベック係数を α とした時に

2 0
$$V = \alpha \cdot \Delta T$$

の起電力が生じることが知られている。

ここで、放熱板の上下の電極 2、3 間が電氣的に短絡されていると、熱電変換

1 材料 1 の抵抗を r とした時に、オームの法則により熱電変換材料 1 に下記 I の電
流が流れる。

$$I = V/r = \alpha \cdot \Delta T / r \quad \dots (1)$$

5 p 型の熱電変換材料を用いた場合は、熱電変換材料の内部では高温側から低温
側へ電流が流れる。n 型の場合は逆方向になるが、その場合はゼーベック係数の
符号もマイナスになるため、いずれの場合でも高温側が冷却される。

熱電変換材料 1 に電流が流れると、熱電変換材料と電極との異種の導体間の接
触部におけるペルチェ効果により一方の下電極 3 端は冷却され、もう一方の上電
極 2 端は加熱される。

1 0 また、内部抵抗のためジュール熱が発生し、熱電変換材料 1 全体が発熱する。
これを式にすると、冷却を必要とする熱発生機器に接している下電極 3 側では電
流が流れることにより、下記の (2) 式で示される熱が発生する。

$$I^2 \cdot r / 2 - \alpha \cdot I \cdot T_H \quad \dots (2)$$

1 5 これは、式 (1) を代入して変形すると明らかであるが、必ず負の値になり熱
が奪われ、冷却される。

一方、放熱板の上電極 2 側では同様に (3) 式で示される発熱が生じ、温度が
上昇する。

$$I^2 \cdot r / 2 + \alpha \cdot I \cdot T_H \quad \dots (3)$$

2 0 上記の各式で示したように冷却効果は電流量が多い方が良いため、外部負荷を
接続して回路全体の抵抗を増やしてしまうとその熱の発生している素子の冷却と
言う観点では不利になる。もし、仮に、冷却装置の上下電極 2、3 を短絡せずに
外部負荷を接続すると、流れた電流が外部負荷で消費されるために冷却装置で奪

- 1 った熱を電気回路を用いて外部に放熱することが可能であるが、その場合流れる電流量が減少するため、冷却効果は減少する。

図面の簡単な説明

- 5 第1図は、本発明の熱電変換材料として、p型又はn型のいずれかを用いた冷却装置の構造の一実施形態を示す断面図である。第2図は、本発明の熱電変換材料として、p型及びn型を組み合わせた π 型を用いた冷却装置の構造の一実施形態を示す断面図である。

10 発明を実施するための最良の形態

第1図に、本発明の熱電変換材料として、p型又はn型のいずれかを用いた冷却装置の構造の一例を断面図で示す。

- 15 実際の電子部品の上部は平面になっている場合が多く、本発明の冷却装置としては、板状構造が代表的なものであり、そのような板状構造の場合、一種の放熱板ということができるので、このような板状構造について以下、「放熱板」という用語を適宜用いる。p型またはn型の板状の熱電変換材料1を板状の上下電極2、3で挟んで介在させ、正負の電極となる両電極2、3間を導電線4などにより電氣的に短絡した構造をもつ。

- 20 電子部品に接触する電極側は接触面積を大きくする方が有利なので、電子部品に凹凸を設けて電極面をその凹凸に沿った形状にして接触面積を大きくすることが望ましい。電子部品とは反対側に関しても、例えば、フィンや凹凸を付けたものやヒートパイプを用いるものなどにより冷媒との接触面積を大きくすることは

- 1 効率よく放熱することになり電子部品との接触側との温度差を大きくすることになり望ましい。冷却効果が得られるのは電極と熱電変換材料との接触部分であるので冷却したい電子部品が広さをもっているので電極についてもそれに応じた広さが必要である。反対側に関しては、電気抵抗を小さくするために、やはり広い面
- 5 面で接続する方が好ましい。

熱電変換材料は焼結体やインゴットから所定の形状に切り出したものを使用することが出来る。熱電変換材料 1 は、どのような材料でもよいが、ゼーベック係数が大きいものがよく、更に好ましくはパワーファクターや性能指数が大きい方がよい。上記の式 (2) から、冷却効果を大きくするためには電流 I を大きくする必要があり、そのためには、式 (1) から、ゼーベック係数が大きく、熱電変換材料 1 の抵抗が小さく、正負の電極となる両電極 2、3 間の温度差が大きい方がよいことが分る。ゼーベック係数は熱電変換材料 1 の特性に依存するが、抵抗は大きさに依存するため、例えば、用いる熱電変換材料 1 の厚みを薄くしていくことで、下げることが出来る。

1 0

- 1 5 熱電変換材料および電極の形状は冷却する熱発生機器の形状に合わせる方が好ましく、広い面積で熱発生機器に接触している方がよい。電極は出来るだけ広い面積で熱電変換材料に接触している方が好ましく、硬い板に限らず、フレキシブルなフィルム状のものでもよい。電極の外側には絶縁体フィルムやセラミック板などがあってもよい。また、電極としては、電極のある基板（電極がパターンニングされたセラミックスや絶縁フィルム）でもよい。
- 2 0

電極やあるいは電極が付随した基板は熱伝達機能を兼ねているので、電極の材料として好ましい材料は、熱伝導性と導電性に優れた材料が好ましく、例えば C

1 u、Al、Ni、Ag、Ptなどが考えられる。また、Cuなどを用いる場合は酸化等を防ぐ目的でAuめっきやNi/Auめっきを施しても良い。電極材質に関しては高温側と低温側の材料を変えることも有効である。

5 電極と熱電変換材料との接合には、はんだやろう剤を用いても良いが、電氣的に低抵抗な接合が得られる場合には機械的に押し付けるだけでも良い。はんだやろう剤の材質は用いる電極材料や熱電変換材料あるいは製造プロセスによって最適のものを選択する必要があるが、好ましくは低抵抗での接合が可能で、長期間の信頼性に富むものが好ましい。また、熱電変換材料に直接スパッタや真空蒸着法、溶射法で電極を形成しても良い。また、ドクターブレード法やゾルゲル法、
10 スパッタ、蒸着法などを用いて直接電極上に熱電変換材料を形成しても良い。

熱電変換材料の性能が大きい場合は、第2図に示すように、p型とn型を少なくとも各1個以上交互に直列に組み合わせた構造にしても良い。p型とn型を同数組み合わせた π 型の構造はごく一般的な熱電変換素子と同じである。熱電変換材料1を板状の上下電極2、3で挟んで介在させ、両端の電極3、3間を導
15 電線4などにより電氣的に短絡した構造をもつ。電極2、3は絶縁性基板（セラミックやフィルム）5、6上にそれぞれ形成されている。 π 型の場合は、両端の電極を短絡させるため、絶縁性基板6上に電極3形成と同時に導電線4も作製することが出来、プロセスが簡単になる。しかも、その場合、配線のための接点が少なくなるため回路の電気抵抗を小さく出来、接続信頼性を高くすることが出来
20 る。

p型及びn型を交互に直列に組み合わせた構造の熱電変換材料を用いる場合、冷却効果を最大にする条件はp型やn型を単独で用いる場合と同じで、熱電変換

1 材料としてはゼーベック係数が大きく、抵抗値の小さいもの（抵抗率が小さいこ
とはもちろんだが材料の厚みを薄くすることも有効）を用いる。電極材料として
も抵抗値の小さなものを用いる。そして、熱電変換材料と電極との接続に用いる
材料（はんだやろう剤）も電気抵抗の小さなもので接続信頼性の高いものを用い
5 る。ただし、はんだやろう剤の材料としては使用中に熱電変換材料へ金属の拡散
が見られることもあり、用いる熱電変換材料ごとに選択する。

放熱板を熱発生機器に取り付ける場合には熱伝導性を上げるために熱伝導性グリスなどを用いる方が好ましいが、熱発生機器上に直接放熱板を形成しても良い。

10 上記のような構造の放熱板を2個以上重ね合わせた構造とした冷却システムとすれば、通常は熱電変換材料の特性は温度依存性を持つため、冷却を必要とする熱発生機器に近い側は高温域で熱電特性の大きい材料を用いた放熱板を使用し、冷却を必要とする熱発生機器から離れたところでは低温域で熱電特性の大きくなる材料を用いるように、温度域それぞれで最適な材料の選択を行うことで、一個の放熱板で全温度域をカバーするよりも、全体の冷却効率を上げることが可能になる。

15

上記のような構造の放熱板の放熱側に放熱フィンを取り付けたり、あるいはペルチェ素子などの冷却装置を取り付けたりすることで、放熱板を一部に含むことを特徴とする冷却システムとすれば、温度差を大きく取り、冷却効率を上げることが可能になる。

20 実験例 1

第1図に示すような構造の放熱板を、BiTe系p型熱電変換材料（縦4mm、横10mm、厚さ4mm）を電極の銅箔（厚さ40 μ m）の間に挟んで介在させ、

- 1 熱電変換材料と銅箔の両表面をはんだを用いて接合することにより製作した。
- 冷却を必要とする熱発生機器として面発熱ヒーターを用い、この放熱板の片面を面発熱ヒーターの表面に接触させた。なお、放熱板の反対面には、高温側との温度差を大きく取るためにペルチェ素子により冷却するようにした。

- 5 ペルチェ素子に電流を流して冷却するとともに、ヒーターにAC 50Vを印加し、ヒーターと放熱板の間の接触箇所の温度をクロメル・アルメル熱電対により計測したところ、温度は62.5℃であった。

比較実験例 1

- 第1図の構造で上下の電極を短絡していないものを作製し、面発熱ヒーターに取り付けた以外は実施例1と同じ条件で温度測定を行ったところ、温度は64.0℃であった。

この実験結果により、正負の電極となる両電極を開放状態から短絡状態にすることで、64.0℃であった側の温度が約1.5℃下がることを確認した。

- すなわち、本発明の放熱板からなる冷却装置の両表面側に温度差が存在すると、ゼーベック効果により起電力が発生し、回路を短絡することで熱電変換材料に電流が流れ、ペルチェ現象により、高温側の温度が下がることを確認した。

実験例 2

- BiTe系p型熱電変換材料に代えて、BiTe系n型の熱電材料を用いて実験例1と同じ条件で温度測定した場合も、正負の電極となる両電極を開放状態から短絡した場合の温度は66.5℃で、短絡していない場合の温度は67.7℃であり、温度が1.2℃下がることを確認した。

実験例 3

- 1 第2図に示すような構造の放熱板として、(株)エコ・トゥエンティーワン製
PV2-Sの端子を短絡したものを使用した。冷却を必要とする熱発生機器として面
発熱ヒーターを用い、この放熱板の片面を面発熱ヒーターの表面に接触させた。
放熱板の反対側には特に何もつけず、自然に外気で冷却されるに任せた。ヒータ
5 ーにAC90Vを印加し、ヒーターと放熱板の間の接触箇所の温度をクロメル・
アルメル熱電対により計測したところ、温度は99℃であった。

比較実験例2

実験例3で端子を短絡していないものを面発熱ヒーターに取り付けた以外は同
じ条件で温度測定を行ったところ、温度は101℃であった。

10 比較実験例3

実験例3で端子間に外部負荷として28Ωの抵抗体を接続した以外は同じ条件
で温度測定を行ったところ、温度は101℃であった。

- この実験例3、比較実験例2、3の実験結果より、端子を開放状態から短絡状
態にすることで101℃であった温度がおよそ2℃下がり、外部負荷すなわち抵
15 抗体を接続した場合には温度変化が無いことを確認した。

産業上に利用可能性

(発明の効果)

- 本発明は、放熱板のような単一の素子からなる冷却装置を冷却を必要とする電
20 子部品に単に接合するだけで冷却効果が得られるので、制御回路が不要で構造が
単純で、動作に外部電力も必要としないため省エネルギータイプであり、さらに
p型又はn型のみの熱電変換素子でも可能であるから、製造コストやランニング

1 コストの低減が図れるという顕著な効果を奏する。

5

1 0

1 5

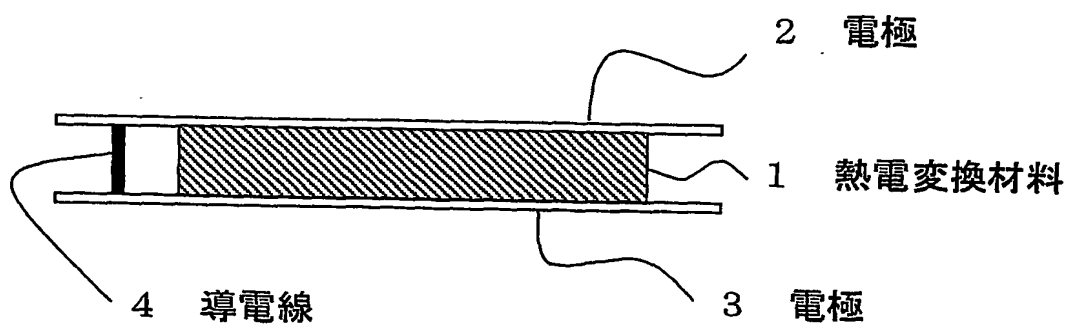
2 0

請 求 の 範 囲

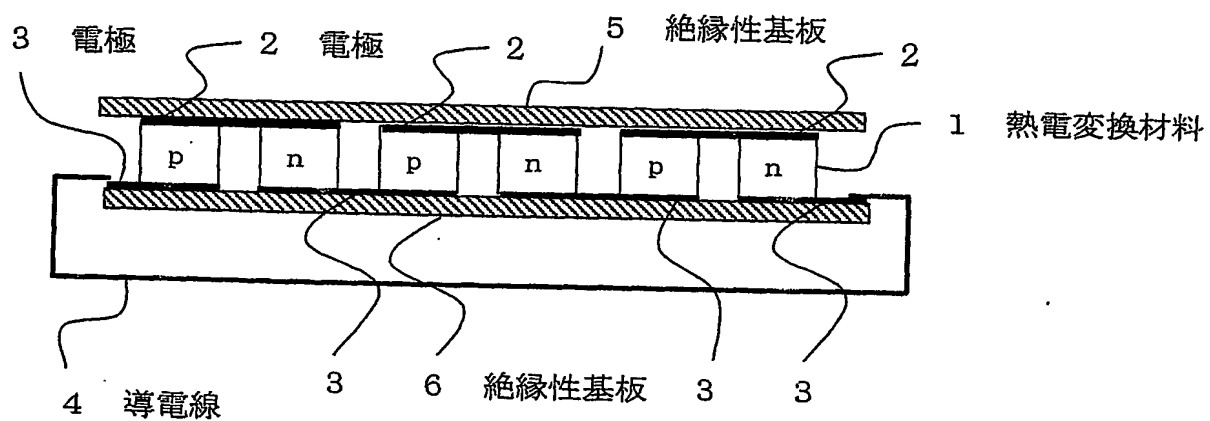
1. 熱電変換材料を正負の電極となる両電極間に介在させ、両電極を電氣的に短絡した構造からなり、熱電変換材料に接触する一方の電極側を低い温度の側とし、
5 他方の電極側を高い温度の側とするように、冷却を必要とする電子部品に接触させ、両電極間の温度差により熱電変換材料に発生する熱起電力で電流を発生させ、その電流により高い温度の側を冷却することを特徴とする電子部品の冷却装置。
2. 熱電変換材料として、p型又はn型のいずれか、あるいはp型及びn型を交互に直列に組み合わせて用いることを特徴とする請求の範囲第1項記載の電子部
10 品の冷却装置。
3. 請求の範囲第1項又は第2項に記載の冷却装置を2個以上重ね合わせた構造をもつことを特徴とする冷却システム。
4. 請求の範囲第1項又は第2項に記載の冷却装置を一部に含むことを特徴とする冷却システム。

1/1

第1図



第2図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/17080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L35/32, H01L35/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L35/32, H01L35/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2002-353521 A (Jun SUGIHARA), 06 December, 2002 (06.12.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 2002-118297 A (Suzuki Sogyo Co., Ltd.), 19 April, 2002 (19.04.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 2001-352106 A (Hitachi, Ltd.), 21 December, 2001 (21.12.01), Full text; all drawings (Family: none) | 1-4 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 March, 2004 (31.03.04)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2004 (13.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L35/32, H01L35/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L35/32, H01L35/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A | J P 2002-353521 A (杉原淳) 2002. 12. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | J P 2002-118297 A (鈴木総業株式会社) 2002. 04. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | J P 2001-352106 A (株式会社日立製作所) 2001. 12. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-4 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 03. 2004

国際調査報告の発送日

13. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 誠

4 L

8 4 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3462